
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2012/2013 Academic Session

June 2013

EBB 339/3 – Nanomaterials [*Bahan Nano*]

Duration : 3 hours
[*Masa : 3 jam*]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai.]

1. [a] Explain why nanomaterials have different properties compared to their bulk counterpart.

Huraikan kenapa bahan nano mempunyai sifat yang berlainan daripada bahan pukal setara dengannya.

(20 marks/markah)

- [b] Make a list of all factors that contribute to the higher surface energy of nanomaterials.

Senaraikan semua faktor yang menyumbang kepada tenaga permukaan yang lebih tinggi bagi bahan nano.

(20 marks/markah)

- [c] What is the difference, qualitatively, between cohesive and adhesive energies.

Apakah perbezaan, secara kualitatif, antara tenaga jeleketan dengan tenaga perekat.

(20 marks/markah)

- [d] Arrange the following planes in the order of stability (110), (111) and (100). Justify your answer.

Susun satah berikut mengikut tertib kestabilan (110), (111) dan (100). Beri alasan terhadap jawapan anda.

(20 marks/markah)

- [e] Give Young-Laplace equation for spherical particles. Based on this equation comment on the stability of a planar surface and spherical surface.

Berikan persamaan Young-Laplace untuk zarah sfera. Berdasarkan persamaan ini beri komen terhadap kestabilan permukaan satah dan permukaan sfera.

(20 marks/markah)

2. [a] Bulk gold is yellow and gold nanoparticles are red, purple or blue depending size. What is the reason for this change of colour?

Emas pukal berwarna kuning dan nanopartikel emas berwarna merah, ungu atau biru bergantung kepada saiznya. Berikan sebab kepada perubahan warna tersebut.

(30 marks/markah)

- [b] What is meant by quantum confinement in a semiconductor quantum dot?

Apakah yang dimaksudkan dengan pengurungan kuantum di dalam titik kuantum semikonduktor?

(40 marks/markah)

- [c] An electron is confined in a $1\text{ }\mu\text{m}$ thin layer of silicon that is amenable to the definition of a quantum well with finite walls. Calculate the lowest possible energy in terms of electron volts. If the energy is interpreted as the kinetic energy of the electron, what is the corresponding velocity?

Given: the effective mass of an electron in Si is $0.26m_e$ where m_e is equal to the free electron rest mass $= 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$

Suatu elektron dibataskan di dalam satu lapisan nipis silikon $1\text{ }\mu\text{m}$ mematuhi definisi telaga kuantum dengan dinding terhingga/terhad/terbatas. Kirakan tenaga paling rendah mungkin dalam sebutan elektron volt. Jika tenaga itu ditafsirkan sebagai tenaga kinetik elektron tersebut, apakah halaju sepadannya?

Diberi: jisim efektif bagi elektron Si adalah $0.26m_e$ di mana m_e adalah bersamaan dengan jisim rehat elektron bebas $= 9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$.

(30 marks/markah)

3. [a] Nanomaterials are known to have properties which are size dependent and different than their bulk counterparts. Briefly describe this phenomena and your answer should include structure, electronic, electromagnetic, thermodynamics, chemical reactivity and mechanical behaviour. You can tabulate your answer.

Bahan nano diketahui mempunyai sifat yang bersandar kepada saiz dan berlainan daripada bahan pukal setara dengannya. Huraikan dengan ringkas fenomena ini dan jawapan anda perlulah menyertakan struktur, elektronik, elektromagnet, termodinamik, kereaktifan kimia dan kelakuan mekanik. Anda boleh jadualkan jawapan anda.

(50 marks/markah)

- [b] Give five (5) mechanisms of surface area minimization. Briefly describe any two (2) of them.

Beri lima (5) mekanisma peminimum luas permukaan. Huraikan dengan ringkas dua (2) daripadanya.

(50 marks/markah)

4. White powders labeled "nano-YSZ 4-10 nm" are given to you. Your tasks are to find the characteristic of the powders. Answer the following questions to help you.

Anda telah diberikan serbuk berlabel "nano-YSZ 4-10 nm". Tugas anda adalah untuk mencari ciri-ciri serbuk tersebut. Jawab soalan di bawah untuk membantu anda.

- (a) State and briefly explain a characterization technique that can be used to investigate the reactivity of the powders.

Nyatakan dan terangkan dengan ringkas satu kaedah pencirian yang boleh digunakan untuk mengkaji kereaktifan serbuk.

(10 marks/markah)

- (b) The composition of the powder can be gathered by using high resolution transmission electron microscope (HRTEM). Sketch and explain how this can be achieved.

Komposisi serbuk boleh dikaji dengan menggunakan HRTEM. Terangkan bagaimana ini boleh dicapai.

(20 marks/markah)

- (c) One of the properties required is the hardness of the powders. Describe how Atomic Force Microscopy (AFM) can be used to measure hardness of nanoparticles.

Salah satu ciri yang diperlukan ialah kekerasan serbuk. Terangkan bagaimana AFM boleh digunakan untuk mengukur kekerasan serbuk-nano.

(20 marks/markah)

- (d) The powders were dispersed on a piece of silicon wafer and then exposed to fluorine gas. An analyst suggested on the use of X-ray diffraction (XRD) to investigate the properties of the powders after the exposure. Argue with him why this is not the best of method to be used and reason with Scanning Transmission Electron Microscope (STEM) is a better option.

Serbuk kemudian ditaburkan di atas sekeping wafer silikon dan didedahkan kepada gas fluorin. Seorang penganalisis mencadangkan untuk menggunakan Pembelauan Sinar-X (XRD) untuk mengkaji ciri-ciri serbuk selepas pendedahan. Hujahkan dengan beliau kenapa ini bukanlah kaedah terbaik dan berikan sebab kenapa Mikroskop Elektron Imbasan Transmisi (STEM) adalah pilihan yang lebih baik.

(30 marks/markah)

- (e) The powders can be used as whitening agent in toothpaste, argue on the adverse effect consumers could encounter if the nano powders used is in an excessive concentration.

Serbuk ini boleh digunakan di dalam ubat gigi sebagai agen pemutih, hujahkan berkenaan kesan buruk yang boleh dihadapi oleh pengguna jika terdapat kepekatan serbuk nano yang berlebihan.

(20 marks/markah)

5. [a] Carbon nanotubes (CNTs) are useful in various technological applications. Answer the following questions.

Nano tiub karbon (CNTs) berguna di dalam berbagai aplikasi teknologi. Jawab soal di bawah.

- (i) Despite all the advantages of CNTs issues related to the nanotoxicity of CNTs to human, animals and environment cannot be not be neglected. Argue on the advantages and disadvantages of CNTs in modern world.

Walaupun CNTs banyak kebaikan isu berkenaan dengan nano toksikan CNTs kepada manusia, haiwan dan alam sekitar tidak boleh dihiraukan. Hujahkan kebaikan dan keburukan CNTs di dalam dunia moden.

(30 marks/markah)

- (ii) To produce CNTs simple technique utilizing arch discharge method can be applied. However the CNTs formed can have a lot of defects. Suggest equipment that can be used to investigate defects in CNTs. Explain how it works.

Untuk menghasilkan CNT satu teknik mudah menggunakan discas ark boleh digunakan. Namun begitu CNT yang terhasil mempunyai banyak kecacatan. Cadangkan alat yang boleh digunakan untuk mengkaji kecacatan di dalam CNT. Terangkan bagaimana ia berfungsi.

(20 marks/markah)

- [b] Nanomaterials have many applications in building industry. Describe 5 main components in a residential building which can benefit from nanomaterials and nanotechnology.

Bahan nano banyak digunakan di dalam industri bangunan. Perihalkan 5 komponen utama di dalam bangunan perumahan yang boleh dimanfaatkan daripada bahan nano dan teknologi nano.

(25 marks/markah)

- [c] Titania nanorods have various applications in industry. Nonetheless the safety issues of this material are yet to be documented. Explain the adverse effect titania nanorods could have for workers producing this nanomaterial in large scale.

Nano rod titania mempunyai banyak kegunaan di dalam industri. Walau bagaimanapun isu berkenaan keselamatan bahan ini masih belum didokumenkan. Terangkan kesan buruk nano rod titania yang mungkin kepada pekerja yang menghasilkan bahan nano ini dengan skala besar.

(25 marks/markah)

6. [a] For a material that consists of small particles, the specific surface area increases considerably with decreasing particle size. Similarly, nonporous materials exhibit high surface areas. Compare the two types of nanostructures (nanoparticles and nanopores) and describe why both lead to high value of specific surface area.

Bagi bahan yang terdiri daripada partikel kecil, luas permukaan tertentu meningkat dengan ketara dengan berkurangan saiz partikel. Begitu juga, bahan nanoporos mempamerkan luas permukaan yang tinggi. Bandingkan dua jenis struktur nano (serbuk-nano dan liang-nano) dan terangkan mengapa kedua-duanya membawa kepada nilai luas kawasan permukaan tertentu yang tinggi.

(35 marks/markah)

- [b] The development of new materials processing method is crucial for formation of well aligned nanostructure for dye synthesized solar cell (DSSC) application.
- (i) Identify a synthesis method that would be suitable for such application.
 - (ii) Explain what are the advantages of producing well aligned structure in making DSSC.

Perkembangan kaedah pemprosesan bahan yang baru adalah penting untuk pembentukan nanostruktur tersusun atur untuk aplikasi sel suria pewarna-sensitif (DSSC).

- (i) *Kenalpasti satu kaedah sintesis yang akan sesuai untuk aplikasi seperti ini.*
- (ii) *Terangkan kelebihan struktur tersusun teratur dalam pembuatan DSSC.*

(30 marks/markah)

- [c] Can we have self-assembly of nanoparticles to nanorods? Explain with an example.

Bolehkah kita mempunyai pemasangan sendiri serbuk-nano untuk membentuk rod-nano? Terangkan dengan satu contoh.

(35 marks/markah)

7. [a] When an as made nanorod has reached sufficient degree of condensation, the organic template is no longer needed and can be removed to obtain the nanorods. Specify what are the physical and chemical methods may be implemented to remove the template.

Apabila satu rod-nano yang dihasilkan telah mencapai tahap yang mencukupi untuk pemeluwapan, templat organik tidak lagi diperlukan dan boleh disingkirkan untuk mendapatkan rod-nano. Nyatakan apakah kaedah fizikal dan kimia yang boleh dilaksanakan untuk menyingkirkan templat.

(30 marks/markah)

- [b] Explain with an example how multisegmented metallic nanorods can be synthesized by electrochemical deposition.

Terangkan dengan contoh bagaimana multisegmented rod-nano logam boleh disintesis dengan pengenapan elektrokimia.

(35 marks/markah)

- [c] How can we make a core-shell nanorod with a metal core and a polymer shell? Explain with an example.

Bagaimana kita boleh membentuk rod-nano teras-cengkerang dengan logam sebagai teras dan polimer sebagai cengkerang? Terangkan dengan satu contoh.

(35 marks/markah)